

M. ABRIBAT, J. POURADIER und MLL. DAVID, Paris: Einfluß des Redox-Potentials und des p_H -Wertes des Entwicklers auf den Entwicklungsvorgang.

- Es werden die Grenz-Redox-Potentiale der Entwicklerlösungen bestimmt, die erforderlich sind, um
1. das latente Bild zu entwickeln;
 2. Schleier zu erzeugen (also unbelichtetes Halogensilber in der photographischen Schicht zu reduzieren)

Die Messungen wurden mit einem sehr langsam wirkenden Eisen-salzentwickler (das reversible System Eisen(II)/Eisen(III)-sulfat mit Mohrschem Salz; Veränderung des Redox-Potentials durch Zusatz von NaF unter Bildung von Eisen(III)-fluorwasserstoff-Komplexen) durchgeführt, wodurch zu jedem Zeitpunkt die Zusammensetzung der Entwicklerlösung in der Nachbarschaft der Körner mit derjenigen der ganzen Lösung, in die der Film getaucht wird, identisch ist. Bei der langen Entwicklungszeit sorgt die Diffusion dafür, daß sich der Entwickler in Kontakt mit dem Korn erneuert und die Oxydationsprodukte entfernt werden. Die Potentialwerte wurden mit einem Röhrenpotentiometer oder mit der Kompensationsmethode (Weston-Element) gemessen. Untersucht wurden: 1) Kodak-Kine-Positiv-Film; 2) Kodak-Verichrom-Film; 3) Kodak-Super XX-Film. Es ergab sich, daß: 1) die Grenz-Redox-Potentiale, bei denen einerseits das latente Bild entwickelt wird und andererseits Schleier erzeugt wird, in allen Fällen relativ zueinander gleich sind.

2) die absoluten Werte der Grenzpotentiale für verschiedene Emulsionen verschieden sind. So liegen die Grenzpotentiale für den Verichrom- und den Super XX-Film deutlich tiefer als für den Kine-Positiv-Film. Es folgt aus 1), daß der Entwicklungsvorgang vor allem ein kinetisches Phänomen ist und daß die Rolle des latenten Bildes lediglich darauf beruht, die Rolle eines Katalysators zu spielen, der die Reduktion des Silbersalzes durch die Entwicklersubstanz beschleunigt. Die Reduktion des Halogen-Silbers tritt also prinzipiell von einem gewissen Grenzpotential nicht nur bei den belichteten, sondern auch bei den unbelichteten Ag Br-Körnern ein; nur erfolgt sie bei den belichteten schneller und in diesem Geschwindigkeitsunterschied besteht das Prinzip der photographischen Entwicklung. Aus 2) ist zu folgern, daß um so stärkere Reduktionsmittel notwendig sind, je größer der Jodsilber-Gehalt (vgl. die Redox-Potentiale für $\text{AgCl}-\text{AgBr}-\text{AgJ}$) der Schicht ist. — Um den Einfluß des p_H -Wertes auf die Wirksamkeit des Entwicklers zu studieren, wurden Versuche mit Metol und Hydrochinon als Entwicklersubstanzen ausgeführt. Auch hier ergab sich Gleichheit des Grenz- p_H -Wertes für Entwicklung und Schleierbildung, wodurch das obige Resultat bestätigt wird. Für Metol ist der Einfluß des p_H -Wertes hinsichtlich der erzeugten Steilheit der Schwärzungskurve wesentlich geringer als beim Hydrochinon, obwohl Metol bei p_H -Werten zu entwickeln beginnt, bei dem Hydrochinon noch inaktiv ist. Neben dem Einfluß des p_H -Wertes spielt die Pufferwirkung des verwendeten Alkalis eine große Rolle. Eine Pufferwirkung ist in erster Linie notwendig, um den p_H -Wert in der Nachbarschaft der entwickelten Körner (freiwerdender HBr) konstant zu halten, d. h. also, um die Aktivität des Entwicklers konstant zu halten, damit seine Wirksamkeit voll ausgenutzt werden kann. Je größer die Pufferwirkung, um so konstanter und wirksamer ist der Entwickler. Die Pufferwirkungen für Sulfit, Carbonat, Borax und Phosphat werden ermittelt. Die Pufferwirkung erklärt, daß bei gleichem p_H die mit NaOH erhaltenen Empfindlichkeiten kleiner sind als diejenigen mit Na_2CO_3 . Borax und Carbonat sind sich in ihrer Wirksamkeit sehr ähnlich.

J. EGGERT, Zürich: Über die Landolt-Reaktion VI. Die photographischen Entwicklersubstanzen als Reduktionsmittel bei der Landolt-Reaktion.

Ersetzt man das in der „klassischen“ Landolt-Reaktion verwendete Sulfit durch andere Reduktionsmittel (z. B. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ oder AsO_3^{3-}), so wurden schon früher wesentlich abweichende kinetische Verhältnisse gefunden. Mit Hilfe der Landolt-Reaktion erschien es nun möglich, die photographischen Entwicklersubstanzen auf ihr kinetisches Verhalten einmal im homogenen System im Gegensatz zur Heterogen-Reduktion des Silberbromids in der photographischen Schicht zu untersuchen und es wurde daher versucht, ob es auf diese Weise möglich ist, in dem erwähnten Sinne unterscheidende Kennzeichen für die photographischen Entwicklersubstanzen zu finden. Dies gelang in der Tat und zwar ergaben sich für äquimolekulare Mengen bei verschiedenen Entwicklersubstanzen unter sonst gleichen Bedingungen sehr verschiedene Reduktionszeiten, die zwischen 0,5 (Sulfit) und 600 sec (Diäthyl-para-Phenyldiamin) lagen. Bei Verwendung von Mischungen von Entwicklersubstanz konnten z. T. die Reaktionsgeschwindigkeiten aus den Daten für die reinen Komponenten (z. B. Metol und Hydrochinon) berechnet werden. Wo dies nicht gelang, muß auf eine gegenseitige katalytische Beeinflussung der Partner geschlossen werden. Mit Hilfe des nunmehr bekannten kinetischen Verhaltens gelingt es in verschiedenen Fällen als unbekannt vorgelegte Entwicklersubstanzen eindeutig zu identifizieren. Wie weit es möglich sein wird, die gefundenen Zusammenhänge für eine Parallele zum photographischen Entwicklungsvorgang auszuwerten, soll weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

J. EGGERT, Zürich: Über den Einfluß der Helligkeit des Umfeldes auf die subjektive richtige Wahrnehmung eines Bildes.

Es wird erneut auf die für den richtigen Eindruck eines Bildes entsprechende Umrahmung durch ein dunkles oder helles Feld hingewiesen. Eine sonnige Landschaft erweckt nur mit dunklem Umfeld (Beleuchtung allein des Bildes im dunklen Rahmen) den Eindruck eines farbenprächtigen Sommertages, während dagegen im allgemein erleuchteten Raum nur ein mattes, kontrastloses, beinahe graues Bild blieb. In einem anderen Fall — abendliche Landschaft mit Alpenglühern — ergab sich bei Allgemeinbeleuchtung der richtige Eindruck, wogegen ein dunkles Umfeld eher den Eindruck einer Tageslandschaft mit rötlichem Felsschichten an Stelle der „glühenden“ Schneefelder gibt. Diese Feststellungen erklären die bekannte Tatsache, daß Nachszenen im Film nur selten echt, sondern im allgemeinen einfach unterbelichtet, d. h. als zu dunkle Bilder wirken. Die nächtliche Wirkung wäre aber leicht durch ein genügend breites, helles Umfeld zu erreichen, dessen Beleuchtung natürlich gesondert von der Bildbeleuchtung zu bewerkstelligen ist. Obwohl bereits verschiedentlich diskutiert, werden diese Erkenntnisse noch immer nicht in der Praxis genügend berücksichtigt.

W. DZIOBEK, Plau (Mecklenbg.): Über den Einfluß des Umfeldes auf den Schwellenwert bei photometrischen Messungen (ref. von J. Eggert).

Es wird durch statistische Versuchsreihen gezeigt, daß die beste Sensibilität beim Photometrieren bei einem Umfeld erreicht wird, dessen Helligkeitswert das 5-fache der Helligkeit der photometrischen Felder beträgt. Ein dunkles Umfeld erschwert die Präzision bei photometrischen Messungen.

M.

[VB 133]

Deutsche Physikalische Gesellschaft

Hamburg 22./24. April 1949

H. SCHIMANK, Hamburg: Die Entstehung der neueren Naturwissenschaft im Zeitalter Galileis, phänomenologisch betrachtet.

Weder das Zurückgreifen auf das Experiment, noch die graphische Veranschaulichung kinematischer Zusammenhänge, auch nicht die Auffassung der Fallbewegung als eine gleichmäßig beschleunigte, sind originale Leistungen Galileis oder besonders kennzeichnend für das Wesen seiner Forschungsmethodik. Eine experimentalphysikalische Untersuchung über den Magneten liegt uns bereits von Pierre de Maricourt aus dem Jahre 1268 vor, graphischer Darstellung bedienten sich die Pariser und Oxford-Nominalisten des 14. Jahrhunderts und Dominicus Soto (1494–1560) sah in der Fallbewegung das Beispiel einer gleichförmig beschleunigten Bewegung.

Kennzeichnend für Galileis Vorgehen ist es, daß er die drei Quellfusse der neueren Forschungsmethodik in ein gemeinsames Strombett leitete. Er übernahm aus der physikomathematischen Schule des Archimedes die mathematisch strenge Ableitung von Folgerungen aus gegebenen Voraussetzungen, unterbaute sie im Geiste der an die aristotelische Physik anknüpfenden scholastischen Naturphilosophie durch geeignete Hypothesen und verifizierte sie durch Nachprüfung an der Erfahrung im Sinne eben jener Laienwissenschaft, die im Zeitalter der Renaissance sich in den Kreisen der Handwerker und Techniker auszubilden begann.

Diese seine Forschungsmethode fand — im Gegensatz zu der Entwicklung der Medizin seines Zeitalters — nur wenige Nachahmer. Lediglich die seltenen und auserwählten Geister vom Range eines Torricelli, Pascal, Guericke, Huygens, Boyle und Newton folgten seinem Beispiel. Erst mehr als ein halbes Jahrhundert nach seinem Tode, zu Beginn des 18. Jahrhunderts erst treffen wir auf eine größere Reihe zielbewußt angestellter experimental-physikalischer Untersuchungen auch auf anderen Teilgebieten der Physik als allein auf demjenigen der Mechanik. Insgesamt umfaßt der Entwicklungszeitraum der neueren, experimentierenden Physik rund anderthalb Jahrhunderte.

U. STILLE, Braunschweig: Bericht über Veränderungen und Neuerungen auf dem Gebiet der physikalischen Maßeinheiten.

Als internationales praktisches Maßsystem ist von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC), der Internationalen Union für Physik (IUPAP) und der Generalkonferenz für Maß und Gewicht (CGPM) das MKS-System mit den drei mechanischen Grundeinheiten m, kg, und s angenommen und anerkannt worden; dieses ist für den Bereich der Elektrotechnik durch eine 4. (elektrische) Grundeinheit zu erweitern, so daß das System der absoluten elektrischen Einheiten, welche ab 1. 1. 1948 laut Beschuß des Internationalen Komitees für Maß und Gewicht (CIPM) und nochmalige Bestätigung durch die 9. CGPM als international verbindlich gilt, auf das MKS-System abgestimmt ist. Frankreich, Großbritannien, die UdSSR und die USA haben die Umstellung auf absolute elektrische Einheiten bereits durchgeführt. Die theoretische Definition der absoluten elektrischen Einheiten kann über die Kraft zwischen zwei stromdurchflossenen geraden Leitern (d. h. Stromstärkeeinheit) oder direkt über die Induktionskonstante μ_0 (d. h. Widerstandseinheit) formuliert werden. Ihre praktische Realisierung erfolgt bislang weiter über die von den großen Staatsinstituten aufbewahrten Stämme von Normalelementen und Normalwiderständen und die vom CIPM gegenüber den mittleren internationalem Einheiten festgelegten Umrechnungsfaktoren.

Der Ersetzung des Meterprototyps durch ein Wellenlängennormal als Grundeinheit der Länge hat die 9. CGPM grundsätzlich zugestimmt. Die endgültige Festlegung der Normal-Wellenlänge und ihrer Anregung wurde bis zur Ausführung weiterer Untersuchungen in den großen Staatsinstituten zurückgestellt. Als Normal-Linien stehen derzeit zur Diskussion: die gelb-grüne Linie der Krypton-Isotope 84 oder 86 und die grüne Linie des Quecksilber-Isotops 198; die Untersuchung der Anregungsbedingungen und die Entwicklung von geeigneten Spektrallampen wird für das Krypton in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, für das Quecksilber im National Bureau of Standards durchgeführt. Bezuglich der

Doppler-Breite und damit der Schärfe und Interferenzlänge der Linien ist die Krypton-Isotopenlinie der Quecksilber-Isotopenlinie um einen Faktor 1,5 überlegen.

Die Wasser-Kalorie wurde durch Beschuß der Internationalen Unionen für Chemie und für Physik, sowie das CIPM und die 9. CGPM als Wärmemengeneinheit abgeschafft und durch das absolute Joule ersetzt. Als absolute thermodynamische Temperaturskala ist eine thermodynamische Skala festgelegt worden, welche außer dem absoluten Nullpunkt als Anfangspunkt der Skala nur einen Fundamentalpunkt enthält, nämlich den Tripelpunkt T_{tr} des reinen Wassers, dessen Zahlenwert als $0,0100^{\circ}$ über dem Eisschmelzpunkt T_0 liegend festgesetzt wurde. Die Festlegung von T_0 ist bis zur Ausführung neuer Messungen zurückgestellt worden. Als praktische Temperaturskala wurde eine neue Internationale Temperaturskala 1948 vereinbart, die sich vor allem oberhalb des Gold-Schmelzpunktes durch die Festlegung $c_2 = 1,438 \text{ cm. grad}$ und der Benutzung der Planckschen Strahlungsformel von der bisher üblichen Internationalen Skala von 1927 unterscheidet und deren Grad als „ $^{\circ}\text{C}$ (Int. 1948)“ oder einfach „ $^{\circ}\text{C}$ “ bezeichnet werden soll.

Der vom CIPM für den 1. 1. 1948 beschlossene Wechsel in den photometrischen Einheiten wurde von der Internationalen Beleuchtungskommission (IBK) und der 9. CGPM bestätigt. Die Lichtstärkeeinheit im System der neuen, an die Leuchtdichte des schwarzen Körpers beim Platin-Erstarrungspunkt angeschlossenen Einheiten heißt Candela (ed.). Auf Grund verschiedener Bitten und Vorschläge seitens der IEC, der IUPAP und mehrerer nationaler Normenausschüsse faßte die 9. CGPM den Beschuß, ein einheitliches internationales Einheitengesetz aufzustellen, welches von allen Mitgliedsstaaten der Meterkonvention angenommen werden könnte. Mit der Ausarbeitung eines entsprechenden Gesetzentwurfes wurde das CIPM beauftragt, welches den zuständigen Institutionen der einzelnen Staaten bereits einen französischen Entwurf als Diskussionsbasis zugeleitet hat.

W. GROTH und **P. HARTECK**, Hamburg: *Über wasserstoffstabilisierte Gaszentrifuge¹⁾* (vorgetragen von **W. Groth**).

R. KOLLATH und **D. FISCHER**, Hamburg: *Bau eines Massenspektrometers mit Geschwindigkeits- und Richtungsfokussierung*.

Es wird über den Bau eines Massenspektrometers berichtet, in welchem die Ionen gleichzeitig elektrischer und magnetischer Ablenkung unterliegen. Dies wird dadurch erreicht, daß zwischen den kreisförmig gebogenen Polschuhern eines Elektromagneten (dessen Feldlinien vertikal verlaufen mögen) ein elektrischer Plattenkondensator mit ebenfalls kreisförmig gebogenen Platten eingebaut wird (dessen Feldlinien horizontal verlaufen mögen). Wählt man die elektrische Ablenkung ihrer Größe und Richtung nach so, daß sie der Zentrifugalkraft gleich ist, diese also sozusagen verdoppelt, und wählt man die magnetische Ablenkung ihrer Größe und Richtung nach so, daß sie die Summe aus Zentrifugalkraft und elektrischer Ablenkung für die von den Ionen zu durchlaufende Kreisbahn gerade kompensiert, so treten für Teilchen gleicher Masse zwei Arten von Fokussierung auf: eine Richtungsfokussierung in der Horizontalebene und eine Geschwindigkeitsfokussierung. Der zugehörige Fokussierungswinkel beträgt dabei wie im Fall rein elektrischer Ablenkung auf einer Kreisbahn $\sim 127^{\circ}$ ($\pi/\sqrt{2}$)²⁾.

Es ist vorgesehen, dieses Massenspektrometer in seinen Fokussierungseigenschaften dadurch weiter zu verbessern, daß man das bisher homogene magnetische Feld durch ein mit zunehmendem Radius abfallendes ersetzt in Analogie zu dem Magnetfeld im Betatron oder Synchrotron. Dadurch könnte erreicht werden, daß auch die Strahlen mit Komponenten in vertikaler Richtung wieder zur Bahnkreisebene (Horizontalebene) zurückgelenkt werden. Wählt man diesen Feldabfall speziell proportional zu $1/r$, so liegt der Fokussierungspunkt für horizontale und vertikale Richtungsabweichungen gemeinsam bei 180° und außerdem werden auch verschiedene Geschwindigkeiten bei diesem Winkel fokussiert. Ein so gebautes Massenspektrometer würde also in zweifacher Hinsicht richtungs- und außerdem geschwindigkeitsfokussierend sein, was sich auf die Intensitätsverhältnisse günstig auswirken sollte³⁾.

F. KLUTKE, Lübeck: *Elektrodenlose Leitfähigkeitsmessung^{3a)}*.

K.-E. BÜSCHER, Düsseldorf: *Über die Verwendbarkeit von Bourdon-schen Röhren aus nichtmetallischem Material zur thermischen Strommessung*.

Bourdon-sche Röhren aus nichtmetallischem Material (Glas, Quarz) eignen sich zur Messung von Flüssigkeits- und Gasdrücken bis zu etwa 2 Atm. Die Empfindlichkeit solcher Röhrenfedern hängt von Länge, Querschnittsprofil, Krümmungsradius und ganz besonders von ihrer Wandstärke ab. Zur Empfindlichkeitssteigerung erhalten die Röhrenfedern eine mehrfach gewendelte (schraubenlinienförmige) Gestalt.

Mit Hilfe solcher Röhrenfedern wird die Drucksteigerung gemessen, die in einer allseitig eingeschlossenen Flüssigkeit eintritt, wenn ein in der Flüssigkeit eingebetteter Hitzdraht vom Strom durchflossen wird. Die Druckerhöhung ist der im Hitzdraht aufgenommenen Leistung proportional. Die hierdurch hervorgerufene elastische Aufbiegung der Röhrenfeder wird mit einem optischen Verfahren angezeigt.

Das nach diesem Prinzip gebaute sog. Röhrenfederinstrument ist weitgehend frei von Hochfrequenzfehlerquellen. Es eignet sich besonders zur

¹⁾ S. diese Ztschr. 61, 326 [1949]; s. a. Chem.-Ing.-Technik 21, 331 [1949]; sowie das Beiheft zu den Ztschr. Angew. Chem. und Chem. Ing. Technik Nr. 59: „Über Gaszentrifugen. Anreicherung der Xenon-, Krypton- und der Selen-Isotope nach dem Zentrifugenverfahren“ von K. Beyerle, W. Groth, P. Harteck, H. Jensen u. Mitarb., welches in Kürze erscheint.

²⁾ Bondy u. Popper, Abb. Phys. 17, 425 [1933].

³⁾ Svartholm u. Siegbahn, Physic. Rev. 74, 108 [1948].

^{3a)} Vgl. diese Ztschr. 61, 448 [1949].

Aufnahme kleiner Leistungen in der Größe von 1–10 mW. Das Gerät läßt sich sowohl als Strom- als auch als Spannungsmesser verwenden. Es arbeitet ohne Verstärker. Die prozentuale Meßgenauigkeit beträgt bei einer Leistungsaufnahme von 1 mW etwa 5%.

H. BARTELS, Hannover: *Über eine neue Methode zur Temperaturabschätzung hochtemperierter Bogensäulen*.

Zur Temperaturabschätzung wird die Erscheinung der Selbstumkehr herangezogen. Grundlage für die Abschätzung ist die Strahldichte in den Maxima, die das zentrale Umkehrminimum flankieren. Aus dieser Strahldichte läßt sich außer dem trivialen unteren Grenzwert auf Grund einer Theorie der Umkehrkontur ein oberer Grenzwert ableiten. Die Unsicherheit der Abschätzung läßt sich durch geeignete Linienwahl z. B. für Hg-Hochstdrucklampen bei etwa 7000° (normale Betriebsbedingungen) auf $\pm 2\%$ bei 12000° (Stoßentladungen) auf $\pm 4\%$ herabdrücken. Die Methode bleibt beschränkt auf Entladungen, bei denen Stromdichte und Druck so groß sind, daß auch Linien mit angeregtem Grundterm in Umkehr erscheinen, weil nur diese Linien sich zur Abschätzung eignen. In diesem Bereich aber macht sie Temperaturabschätzungen noch unter Bedingungen möglich, bei denen andere Methoden versagen. Vorteilhaft ist weiter, daß in der Auswertung außer der gemessenen Strahldichte nur noch die stets bekannten Anregungsspannungen des unteren und oberen Linienterms eingehen. Erweiterung auf Funkenlinien ist möglich. Messungen an Hg-Hochstdrucklampen führen, soweit sie unter normalen Betriebsbedingungen vorgenommen wurden, zu guter Übereinstimmung mit den durch andere Methoden gewonnenen Temperaturwerten.

E. KAPPLER, Münster: *Über eine neue Definition der Härte*.

Die Härte, insbesondere Brinell-Härte, Meyer-Härte und Zylinderdruckhärte, ist bis heute wenig befriedigend definiert. Es sind keine exakten Stoffkonstanten, da sie von den Versuchsbedingungen abhängen. So sind z. B. die Brinell- und Meyer-Härte von der Prüflast und vom Radius der verwendeten Prüfkugel abhängig. Die Untersuchung bringt auf Grund von Messungen des elastischen und plastischen Anteiles der Verformung (Eindringtiefe und Eindruckradius) eine Analyse des Verformungsvorganges beim Brinell- und Zylinderdruckversuch. Diese ermöglicht es, den Verlauf des mittleren Druckes H_M (Meyer-Härte) als Funktion der Prüflast P formalmäßig zu beschreiben.

Es ergibt sich

$$H_M = H_{M\infty} \frac{P^{1/3}}{(P^{1/2} + A)^{2/3}}$$

Die charakteristische Konstante $H_{M\infty}$ stellt den Grenzwert dar, dem der mittlere Druck H_M für unendlich große Prüflast zustrebt. Dieser Grenzwert erweist sich als unabhängig vom Kugelradius. Es wird vorgeschlagen, diesen Grenzwert $H_{M\infty}$ als Härtedefinition zu verwenden. Die so definierte Härte ist keine rein plastische Kenngröße. Sie hängt noch von dem Elastizitätsmodul des Werkstoffes und demjenigen der Prüfkugel ab. Es gilt

$$H_{M\infty} = \frac{1}{\pi} \frac{C}{3/16(D_1 + D_2)^{2/3}}$$

wobei C eine von Prüflast und Kugelradius unabhängige Materialkonstante ist, während D_1 und D_2 den Elastizitätskoeffizienten des Materials bzw. der Prüfkugel darstellen. (Es ist $D = 4 \left(\frac{m^2 - 1}{m^2} \right)$, wo $\frac{1}{m} = \mu$ die Poissonsche Konstante und E den Elastizitätsmodul bedeuten). Ist der E-Modul der Prüfkugel bekannt, so kann aus $H_{M\infty}$ der beim Zylinderdruckversuch (2 gleiche Zylinder des zu untersuchenden Materials werden rechtwinklig gekreuzt gegeneinander gedrückt) sich ergebende Härtewert

$$H_{Z\infty} = \frac{1}{\pi} \frac{C}{3/16(2D)^{2/3}}$$

berechnet und mit diesem verglichen werden. Die Messungen an kubischen Metallen bestätigen die abgeleiteten Beziehungen gut.

E. JUSTI, E. KRAUTZ, G. VIEWEG, Braunschweig: *Präzisionsmessungen des Hall-Effektes einwertiger Metalle*.

Im Zusammenhang mit umfangreichen Untersuchungen von Justi, Scheffers und Mitarbeitern über die magnetische Widerstandsvermehrung der Metalle wurden mit denselben Meßanordnungen Versuche über den Hall-Effekt zunächst der einwertigen Metalle unternommen, die bis zu Feldstärken von fast 50000 Gauß und von Zimmertemperatur bis teilweise 20° abs. reichen. Obwohl alle Fehlerquellen vermieden wurden, die Abweichungen vom Betrag des isothermen Hall-Koeffizienten verursachen könnten, lieferten verschiedene Proben desselben Metalles untereinander und gegen bekannte Literaturwerte stark streuende Zahlenwerte. Da der Hall-Koeffizient regulär kristallisierender Metalle krysallographisch isotrop ist, können diese Streuungen nur auf Empfindlichkeit auch gegen kleine Verunreinigungen und Verformungen beruhen. Insofern beanspruchen auch folgende Meßwerte trotz des experimentellen Fortschritts keine Idealwerte zu sein.

	Na	K	Rb	Cu	Ag	Au
$10^6 A_H$ exp.	-1320	-3500	-5860	-535	-944	-736
$10^6 A_H$ ber.	-2460	-4715	-5780	-739	-1065	-1060

In der letzten Zeile sind den Meßwerten die theoretischen Erwartungswerte $AH = 1/N_{eo}$ gegenübergestellt, wie sie aus der Theorie des freien isotropen Elektronengases folgen. Die Absolutbeträge der Meßwerte sind außer bei Rb beträchtlich kleiner als für freie Elektronen. Dieser Befund

wird an Hand einer Theorie von Kohler diskutiert; die Abweichung der Fermischen Grenzenergieläche von einer Kugel gibt eine anschauliche Erklärung insofern, als die mittlere Krümmung dieser Fläche in die Abweichungen von dieser einfachen Formel eingeht.

Obwohl nach Kohler die Anisotropie der Bindungsenergie der Elektronen bewirken sollte, daß A_H bei sehr großen Feldstärken zunimmt, sind die Meßwerte bis zu $H = 50000$ Gauß feldunabhängig. Zur Erklärung wird der Begriff der großen Feldstärken H_{kr} diskutiert, der dann gegeben ist, wenn die Larmor-Umlaufzeit das 4 π -fache der Stoßzeit beträgt. Dies wäre bei Zimmertemperatur z. B. für Au erst bei 600000 Gauß der Fall; dagegen überschreitet man diesen Wert bei 20° abs und 40000 Gauß schon um das 7-fache, vorausgesetzt, daß es sich um reinste Präparate ohne merklichen Restwiderstand handelt.

Insofern sind Messungen theoretisch nur auswertbar, wenn außer A_H an demselben Präparat auch der Widerstand bei der Meßtemperatur bestimmt wird.

Jedenfalls läßt sich aus den hier vorgelegten Messungen im Vergleich zu den theoretischen Erwartungswerten schließen, daß sogar bei den einwertigen Metallen nicht nur gewöhnliche Leitungselektronen, sondern auch Defektelektronen beim elektrischen Strom beteiligt sind.

F. BRUNKE, Belecke (Möhne): Beiträge zum Leitungsmechanismus des Selsens.

Bei Selen-Gleichrichtern konnten verschiedene für den Widerstand und die Sperreigenschaften verantwortliche Faktoren ermittelt werden, u. a.: 1. Die Eigenschaften einer aufgedampften Se-Schicht (als hexagonales Se niedergeschlagen) sind in hohem Maße von den Krystallisationsbedingungen (Temperatur der Trägerplatte, Aufdampfgeschwindigkeit usw.) abhängig. 2. Im Se müssen Spuren von Halogenen (spez. Cl bzw. Br) vorhanden sein. 3. Die aufgedampften Se-Schichten müssen an Luft bis nahe an den Schmelzpunkt des Se heran getempert werden. Die beim Tempern auftretenden Widerstandsänderungen des Se werden gemessen. Untersucht wurden langgestreckte Proben auf aufgerauhter Glas-Unterlage. Übergangswiderstände sind ausgeschaltet. Im Verlaufe der Temperung nimmt der Widerstand als Funktion der Temperatur in Form einer logarithmischen Geraden ab und steigt nach Durchlaufen eines scharf definierten Knickpunktes ebenfalls in Form einer logarithmischen Geraden an. Bei steigendem Br- bzw. Cl-Gehalt verschiebt sich der Knickpunkt zu niedrigeren Temperaturen. Alle Knickpunkte liegen auf der ansteigenden logarithmischen Geraden des Widerstandes. „Reines“ Selen weist keinen Knickpunkt mehr auf. Sein Temperaturverhalten entspricht dem eines Isolators. Es kann durch spezielle Reinigung Se hergestellt werden, das dem Grenzwert des „reinen“ Se sehr nahe kommt. Jod-Zusätze verändern den Leitungscharakter nicht. Der Widerstand bei Zimmertemperatur als Funktion der Temperung nimmt ebenfalls ab und steigt nach Durchlaufen eines Minimums geringfügig an. Der Temperaturkoeffizient wechselt bei etwa 200° von negativen zu positiven Werten. Der spezifische Widerstand des Gleichrichter-Se beträgt etwa $5 \times 10^2 \Omega \text{ cm}$, derjenige des „reinen“ Se $5 \times 10^4 \Omega \text{ cm}$. Die röntgenographischen Untersuchungen zeigen keinerlei Änderung der Struktur. Es treten beim Tempern nur die Linien des hexagonalen Se auf, jedoch findet wesentliche Vergrößerung der Krystallite statt (zum Schluß des Tempers größer als 10^{-3} cm ; entspricht der Dicke der aufgedampften Se-Schicht). Die Untersuchungen mit dem Elektronenmikroskop führen zum gleichen Ergebnis. Messungen der Hall-Konstante sind schwierig, ließen sich jedoch durchführen. Die Hall-Konstante (bei Zimmertemperatur gemessen) nimmt in etwa gleicher Weise wie der elektrische Widerstand (bei Zimmertemp.) ab, um nach Durchlaufen eines Minimums ebenfalls anzusteigen. Die Ladungsträgerzahl nimmt im Verlauf der Temperung zu und nach Durchlaufen des Knickpunktes wieder ab. (Ladungsträgerzahl des Gleichrichterselens etwa 2×10^{18}). Die Beweglichkeit ist zunächst nahezu konstant und steigt nach Durchlaufen des Knickpunktes an ($b \sim 0,3 \frac{\text{cm/sec}}{\text{V/cm}}$). Die Veränderungen der Leitfähigkeit (Ladungsträgerzahl usw.) sind auf Änderung des Cl- bzw. Br-Einbaus zurückzuführen.

H. SENFTLEBEN und H. SCHULT †, Marl: Der Einfluß magnetischer Felder auf die Diffusionsgeschwindigkeit in Sauerstoff⁴.

Über die Einwirkung elektrischer und magnetischer Felder auf die Transporterscheinungen in Gasen sind endgültige quantitative Ergebnisse bisher nur für den Einfluß magnetischer Felder auf Wärmeleitung und innere Reibung erzielt worden. Das Magnetfeld bewirkt in paramagnetischen Gasen eine Abnahme der beiden genannten Transportgrößen, deren Größenordnung ca. 1% beträgt. Die Abhängigkeit von den äußeren Bedingungen (Feldstärke, Druck, Temperatur) zeigt deutliche Gesetzmäßigkeiten, die für innere Reibung und Wärmeleitung parallel laufen und darauf hinweisen, daß es sich um einen Einfluß des Feldes auf den molekularen Wirkungsquerschnitt und damit auf die mittlere freie Weglänge handelt. Eine theoretische Deutung ist Gorter und Mitarbeitern weitgehend gelungen, und zwar auf Grund der Tatsache, daß paramagnetische Moleküle im Magnetfeld eine Larmor-Präzession ausführen. Da auch die Diffusion durch die mittlere freie Weglänge bestimmt wird, lag es nahe, zu untersuchen, ob sie durch äußere Magnetfelder beeinflußt wird. Die experimentelle Prüfung war wesentlich erschwert durch die bei den bisher benutzten Diffusionsmethoden unvermeidbare Magnetostriktion. Es wurde eine Anordnung eracht bei der zwei diamagnetische Gase (N_2 und H_2) durch Sauerstoff hindurch diffundierten. Dadurch wird ein Partialdruckgefälle des paramagnetischen Sauerstoffs vermieden und damit die Magnetostriktion ausgeschaltet. Mit einer Differentialmeßmethode, die die Wärmeleitung

eines Gasgemisches zur Bestimmung der Zusammensetzung desselben benutzt, konnte die genügende Empfindlichkeit erreicht werden, die notwendig war, um den zu erwartenden sehr kleinen Effekt nachzuweisen. Dies gelang einwandfrei, und zwar ergab sich bei einer Feldstärke von 10000 Gauß und einem Sauerstoff-Druck von 100 mm Hg eine relative Änderung (Abnahme) des Diffusionskoeffizienten von der Größenordnung 10^{-4} . Sowohl der Richtung als auch der Größe nach ist dieses Resultat in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der früheren Untersuchungen an innerer Reibung und Wärmeleitung.

R. FLEISCHMANN, Hamburg: Änderung der Lichtintensität ohne Beeinflussung der Phase mit Anwendungen in der physikalischen Optik.

Die Messung absoluter Phasenänderungen, die z. B. bei der Reflexion linear polarisierten Lichtes (Schwingungsrichtung in Einfallsebene oder senkrecht dazu) an absorbierenden Oberflächen gegenüber der Reflexion an Glas auftreten, war bisher nicht möglich, da man zwei kohärente Lichtbündel zur Interferenz bringen muß, deren Intensität sehr verschieden ist (z. B. hat das am Metall reflektierte Bündel 60–90%, das am Glas reflektierte Vergleichsbündel nur 4% der einfallenden Intensität). Solche in der Intensität sehr unterschiedliche Bündel geben aber keine scharfen Interferenzen, da sie sich nicht vollständig auszulösen vermögen.

Um eine Messung zu ermöglichen, ist es notwendig, die Intensität der beiden Bündel gleich zu machen, ohne dabei die Phase zu stören. Unter mehreren angegebenen Verfahren ist das folgende besonders einfach: Man geht von linear polarisiertem Licht aus und verwendet eine Doppelspaltenordnung. Linear polarisiertes Licht geht durch einen einfachen Spalt und wird durch eine Linse auf einem Schirm abgebildet. Dicht bei der Linse wird ein Doppelspalt eingeschaltet, hinter dem zwei kohärente linear polarisierte Lichtbündel entstehen. Jedes der beiden Bündel trifft nun auf ein drehbares $\lambda/2$ -Glimmerblatt, deren Vorzugsrichtungen zunächst parallel zur Schwingungsrichtung des Lichtes stehen. Das Licht kann daher zunächst unverändert hindurchtreten. Kurz vor dem Beobachtungsort befindet sich ein Analysator, dessen Durchlaßrichtung auch parallel zur Schwingungsrichtung des Lichtes steht. Wird nun eines der $\lambda/2$ -Glimmerblätter gedreht, so wird dadurch die Schwingungsrichtung des Lichtes um den doppelten Winkel gedreht. Von diesem Licht kann durch den Analysator nur die in der Durchlaßrichtung schwingende Komponente hindurchtreten, wodurch das Bündel geschwächt wird. Wird in das eine der Bündel eine dünne nicht absorbierende Schicht (Berechnungsindex n , Dicke d) eingeschaltet, so tritt seitliche Verschiebung der Beugungsfigur entsprechend der Phasenverschiebung um $\frac{(n-1)d}{\lambda}$ ein. Wird eine absorbierende Schicht eingeschaltet, so kann durch Drehen des einen $\lambda/2$ -Blättchens trotz der Absorption ein Intensitätsausgleich im Beobachtungsort ohne Veränderung der Phase erreicht werden. $\frac{(n-1)d}{\lambda}$ ist also ebenso messbar. Analoges gilt, wenn das eine Bündel an Glas, das andere an einer aufgedampften Schicht reflektiert.

Durch die Messung des absoluten Phasensprunges, kombiniert mit einer Intensitätsmessung, können die in vielen Problemen auftretenden komplexen Amplituden bestimmt werden, wodurch sich erhebliche Vereinfachungen ergeben, da diese komplexen Amplituden die naturgegebenen physikalischen Größen sind.

H. SCHOPPER, Hamburg: Bestimmung der optischen Konstanten einer absorbierenden Schicht (Antimonsulfid) aus dem absoluten Phasensprung und der Intensität bei Reflexion des Lichtes.

Da es mit dem im vorangegangenen Vortrag angegebenen Verfahren zur Messung absoluter Phasen möglich ist, die komplexen Amplituden des Lichtes zu bestimmen, so können letztere zur Bestimmung der optischen Konstanten und der Schichtdicke absorbierender Schichten herangezogen werden. Dabei ergeben sich erhebliche Vereinfachungen, da diese komplexen Amplituden die dem Problem angepaßten Größen sind. Bisher war man gewohnt, die absoluten Phasen aus den entsprechenden Gleichungen zu eliminieren und entweder nur Intensitäten oder nur relative Phasenänderungen (Phasenunterschied zwischen senkrecht und parallel zur Einfallsebene schwingendem Lichtes) zu benutzen. Dadurch wird aber die Auswertung sehr kompliziert und ist meist nur näherungsweise durchführbar.

Besonders einfach wird die Bestimmung der optischen Konstanten dicker Schichten (Mehrfachreflexion im Innern der Schicht zu vernachlässigen). Man läßt das Licht von der Seite der Glasunterlage auffallen. (Ein Bündel wird an der Schicht, das andere an der Glasunterlage reflektiert) und mißt den Phasensprung bei Reflexion und die reflektierte Intensität. Diese beiden Größen liefern zwei Kreisgleichungen, deren Lösung graphisch leicht gefunden werden kann. Sie ergeben den Brechungsindex und den Absorptionskoeffizienten. Das an der Schicht reflektierte Bündel wird durch Verdrehen eines $\lambda/2$ -Glimmerblattes schon vor der Reflexion soweit geschwächt, daß die beiden Bündel nach der Reflexion gleiche Intensität haben (vgl. vorsteh. Vortrag). Die beiden Bündel ergeben bei der Interferenz nunmehr scharfe Streifen.

Bei man auch noch den Phasensprung bei Reflexion von der Luftseite, dann kann auch die Schichtdicke gefunden werden. Denn der Phasenunterschied der beiden Bündel setzt sich in diesem Fall folgendermaßen zusammen: Erstens erfährt das an der absorbierenden Schicht reflektierte Bündel eine Phasenbeschleunigung bei der Reflexion. Zweitens erleidet es aber eine zusätzliche Phasenbeschleunigung, da es einen um die doppelte Schichtdicke verkürzten Weg zurücklegen muß, verglichen mit dem am Glas reflektierten Bündel. Zur Kontrolle der so erhaltenen Schichtdicke wurde auch eine Messung mit rotem Licht durchgeführt. Antimonsulfid

⁴) Erscheint ausführlich in Ann. Physik.

sulfid ist für dieses praktisch absorptionsfrei. Dadurch kann die Schichtdicke nach bekannten Verfahren bestimmt werden. Es ergab sich genau der gleiche Wert, wie im Gebiet hoher Absorption nach dem neuen Verfahren.

Nimmt man auch die von der Luftseite reflektierte Intensität hinzu, dann erhält man eine Überbestimmung der drei Unbekannten (Brechungsindex, Absorptionskoeffizient und Schichtdicke). Diese ermöglicht die Feststellung von Oberflächenschichten auf der absorbierenden Schicht.

G. PROST, Hamburg: *Bestimmung des Phasensprungs an absorbierenden Stoffen (Silber) mit Jamin-Interferometer und Intensitätsausgleich.*

Um den Phasensprung des Lichtes bei der Reflexion an Silber zu bestimmen, wird die erste Platte eines Jamin-Interferometers vollständig, die zweite dagegen nur über einen Teil der Fläche versilbert und zwar so, daß das eine Bündel am Silber, das andere am Glas reflektiert wird. Die auf diese Weise erhaltenen Interferenzstreifen sind stark verwaschen, da die beiden interferierenden Bündel sehr verschiedene Intensität haben. Um die Messung zu ermöglichen, ist es notwendig, die Intensitäten gleich zu machen, so daß sich die beiden Bündel wieder vollständig auszulösen vermögen. Dies erreicht man durch Schwächung des am Silber reflektierten Bündel mit Hilfe eines geeignet orientierten $\lambda/2$ -Glimmerblättchens und einer Polarisationsfolie vor dem Beobachtungsort (vgl. Vortrag *Fleischmann*). Um die Verschiebung des Streifensystems messen zu können, wird es mit einem zweiten Streifensystem verglichen, das durch zwei Bündel erzeugt wird, die beide am Silber reflektiert werden. Die Abhängigkeit des absoluten Phasensprungs vom Reflexionswinkel wird gemessen.

F. GOOS, Hamburg: *Über den Polarisationseffekt beim Eindringen des total reflektierten Lichtes in das dünnerne Medium.*

Trifft ein schmales Band parallelen Lichtes unter einem Einfallswinkel, der größer ist als der Grenzwinkel der Totalreflexion, auf die ebene Grenzfläche eines optisch dünneren Mediums, so wird der „Lichtstrahl“ parallel versetzt, abhängig vom Einfallswinkel. Am Grenzwinkel der Totalreflexion theoretisch unendlich groß⁵⁾. Nach der Theorie von *Artmann*⁶⁾ besteht eine Polarisationsabhängigkeit dieses Effektes, die sich anfangs dem Experiment entzogen hatte. Die Experimente wurden daher mit der ursprünglichen Anordnung über einer Glasplatte aus schwerem Flintglas wiederholt: Ein schmales Band parallelen Lichtes wird in dieser planparallelen Glasplatte etwa 70 mal hin und her reflektiert. Die Platte ist teilweise beiderseitig versilbert, derart, daß das Lichtband in seinem oberen und unteren Drittel am Silber reflektiert, in der Mitte dagegen an der Luft total reflektiert wird. Die am Silber reflektierten Anteile des Bandes realisieren den unverschobenen „Nullstrahl“. Bei geeigneten Einfallswinkeln (wenige Minuten innerhalb der Totalreflexion) zeigt sich das aus der Platte wieder ausgetretene, 70 mal reflektierte Lichtband, auf einer Mattscheibe aufgefangen, in folgender Gestalt: Der mittlere total reflektierte Anteil des Bandes ist gegenüber dem oberen und unteren an Silber reflektierten Anteilen stark verschoben und was besonders beachtenswert und neu aufgefunden wurde in zwei parallele Bänder aufgespalten. Diese beiden Bänder erweisen sich als parallel bzw. senkrecht zur Einfallsebene polarisiert. Die Aufspaltung ist die unmittelbare Folge der Polarisationsabhängigkeit. Richtung, Verhältnis und Größenordnung der Verschiebungen stimmen mit der Theorie überein. Die Aufspaltung (Doppelreflexion) ist nur in einem sehr schmalen Bereich des Einfallswinkels sichtbar, denn sie muß wegen Lichtbandbreite und -Verformung eine ganz bestimmte Größe haben, damit keine Überlappung der beiden Bänder eintritt. (Das Experiment wurde vorgeführt).

H. KAISER, Dortmund: *Physiologische Optik mit Fischen.*

Es wurde über physiologische Untersuchungen an Fischen berichtet, die von *E. v. Holst* und Mitarbeitern im Zoologischen Institut der Universität Heidelberg durchgeführt worden sind. Wie *v. Holst* 1935 beobachtet hat, haben Fische, die im oberflächennahen Wasser leben, für die Richtung von oben nach unten ein statisches Organ (Statolithen) wie die übrigen Wirbeltiere auch. Zusätzlich ist für sie oben die Richtung, aus der das Licht kommt, und zwar die Richtung zum Schwerpunkt der Helligkeitsverteilung. Wenn die Fische von der Seite beleuchtet werden, die Angaben der beiden Orientierungsorgane nicht übereinstimmen, stellen sie sich schräg. Es sind quantitative Versuche gemacht worden, die das Zusammenspiel des statischen Organs mit dem optischen Orientierungssinn aufklären sollen. Bei einem Teil dieser Versuche wurde das mechanische Kraftfeld gegenüber dem Schwerefeld verstärkt, indem der Fisch zentrifugiert wurde. Die Fische befanden sich dabei innerhalb eines kleinen Käfigs, der im Innern eines zylindrischen Gefäßes befestigt war. Sie schwammen gegen eine schwache Wasserströmung und verhielten sich bei diesen Versuchen vollkommen ruhig und normal. Alle Versuche ergaben übereinstimmend, daß sich die Fische so verhalten, als ob auf sie zwei Kräfte einwirken, deren eine in der Richtung des mechanischen Kraftfeldes wirkt, deren andere in der Richtung zum Helligkeitsschwerpunkt zieht. Die Fische stellen sich mit großer Genauigkeit in die Richtung des Differenzvektors ein. Solche Versuche wurden auch an Fischen gemacht, bei denen ein statisches Organ herausgenommen worden war. Aus diesen Versuchen ergab sich zwingend, daß die physiologische Reizwirkung des mechanischen Kraftfeldes auf das Statolithenorgan eine lineare Funktion der mechanischen Feldstärke ist. Das ist ein Sachverhalt, der in der gesamten Sinnesphysiologie einzig dasteht, aber verständlich ist, weil das statische Organ normalerweise nur auf das konstante Schwerefeld zu reagieren braucht. Diese Tatsache erlaubt aber, nun die physiologische Reizfunktion des Lich-

tes durch die Beobachtung der Schräglage bei verschiedenen Intensitäten gegen das mechanische Kraftfeld „auszuwegen“ und so die Empfindungsfunktionen für das Licht zu messen. Ferner ergaben diese Versuche vollständige Aufklärung über die Wirkung des Statolithenorgans. Offensichtlich ist es nicht der Druck des Statolithen auf das Sinnsepithel, sondern die Scherung, also die Verbiegung der Sinnshaare, die den eigentlichen Reiz darstellt. Beide Statolithenorgane wirken gleichsinnig (otakisch).

G. CARIO und **L. REINECKE**, Braunschweig: *Die Dissoziationsenergie der Stickstoff-Molekel und ihre Bedeutung für das Nachleuchten des aktiven Stickstoffs.*

Die von *Herzberg* ($R(N_2) = 7,38$ eV), *Gaydon* ($D(N_2) = 9,76$ eV) und *Schmid* und *Gerö* ($D(N_2) = 5,0$ eV angegebenen Dissoziationsenergien der Stickstoff-Molekel werden diskutiert. Da der niedrige Wert nach *Schmid* und *Gerö* weit unterhalb der höchsten bisher gemessenen Schwingungsenergien des N_2 -Grundzustandes liegt und die sich daraus ergebenden Folgerungen den bisherigen Erfahrungen widersprechen, kann er ausgeschlossen werden. Zwischen dem lange als richtig angesehenen Wert *Herzbergs* und dem höheren, von *Gaydon* vorgeschlagenen Wert läßt sich auf Grund der von *Gaydon* und *Glockler* angeführten Argumente noch keine eindeutige Entscheidung treffen. Eine eigene Berechnung der Potentialkurve des $X^1\Sigma^+$ -Grundzustandes des N_2 bis zu einer Schwingungsenergie von 6,5 eV nach dem *Rydberg*-Verfahren führt in ihrer Extrapolation mit *Morse*-Kurven, in die die fraglichen Dissoziationsenergien eingesetzt wurden, eindeutig zu dem *Gaydonschen* Wert. Der Rechnung wurde die neue Bandenformel der *Lyman-Birge-Hopfield*-Banden von *L. Herman* zugrunde gelegt, der diese Banden bis zum 27. Schwingungsquant des Grundzustandes messen konnte. Auf Grund der *Wigner-Witmer*-Regeln läßt sich eine Störung der Potentialkurve ausschließen. Die Dissoziationskurve von 9,76 eV erscheint als allein möglicher Wert.

Für die Entstehung des Nachleuchtens des aktiven Stickstoffs wird als energieliefernder Prozeß die Rekombination zweier normaler 4S -Stickstoffatome angesesehen. Diese Energie von 9,8 eV reicht aus, um die im Nachleuchten beobachtete selektive Anregung des 12. Schwingungsquants des $B^3\Pi$ -Zustandes zu ermöglichen. Erfolgt die Rekombination auf der $^1\Sigma$ -Kurve des Grundzustandes, bzw. auf der $^3\Sigma$ -Kurve des metastabilen A-Zustandes, so sind Dreierstoß erforderlich, um die frei werdende Energie abzuführen. Als weitere Möglichkeit wird die Rekombination auf einer $^3\Sigma$ -Kurve angesehen, die eine Prädissociation im 12. Schwingungsquant des $B^3\Pi$ -Zustandes hervorruft. Da kein Dreierstoß erforderlich ist, findet dieser Prozeß ungleich häufiger statt, wenn nur die Gesamtenergie der stoßenden N-Atome in Resonanz mit der Prädissociationsenergie steht, um die Übergangswahrscheinlichkeit möglichst groß zu machen. Da die Prädissociationsgrenze nur 520 cm^{-1} über der Dissoziationsenergie liegt, genügt schon eine verhältnismäßig geringe kinetische Energie der Stickstoffatome, die einer Temperatur des Gases von etwa 250° K entspricht, um diesen Resonanzprozeß zu ermöglichen. Der Größenordnung nach ergibt sich hierbei richtig die Temperaturabhängigkeit der Nachleuchtentität, die bisher kaum gedeutet werden konnte.

W. JUNGE, Hamburg: *Der Stark-Effekt der Balmer-Serie des Wassersstoffs bei niedrigen Feldstärken.*

Bekanntlich zeigt die *Balmer*-Serie bei Feldstärken von etwa 20 bis 100 kV/cm einen linearen *Stark-Effekt*. Bei hohen Feldstärken (über 100 kV/cm) tritt ein Effekt zweiter Ordnung dazu, der sich in einem Quadrat der Feldstärke proportionalen Verschiebung der Komponenten bemerkbar macht. Die bisherigen Messungen — namentlich die Präzisionsmessungen von *Steubing-Kässner*⁷⁾ — zur Bestimmung des Aufspaltungs faktors — wurden im Feldstärkenbereich von 20 bis 100 kV/cm ausgeführt. Ziel der hier referierten Arbeit war es, die Linearität der Aufspaltung bei Feldstärken unterhalb von 20 kV/cm zu prüfen und gegebenenfalls Abweichungen davon festzustellen.

Der *Stark-Effekt* wurde an den Linien H_β und H_γ untersucht, und zwar nach der Kanalstrahlenmethode in Senkrechtfeldanordnung. Die Verwendung eines zur Flugrichtung der Kanalstrahlen senkrechten Feldes gestattet einen breiten Kanalstrahlenschlitz und damit eine wesentliche Intensitätssteigerung. Zur Zerlegung diente der Steinheil-Spektrograph GH in der 3-Prismenmontierung aus Glas. Sein Auflösungsvermögen beträgt etwa 25–30000, die Dispersion bei H_β $5,55 \text{ \AA/mm}$ und bei H_γ $3,01 \text{ \AA/mm}$. Das Feldleuchten wurde in ein parallel und ein senkrecht zum Feld polarisiertes Bündel zerlegt. Zur Messung wurden jedoch wegen ihrer größeren absoluten Aufspaltung und Intensität nur die parallelen Komponenten herangezogen.

Trotzdem erhält man wegen der niedrigen Feldstärken nur eine Grobzerlegung der Linien. Als Maß für die absolute Aufspaltung wurde der Abstand zwischen rotem und violettem Komponentenschwerpunkt angesehen. Er wurde auf einige hundertstel mm genau ausgemessen. Die Aufspaltung wurde für H_β und H_γ als Funktion der Feldstärke aufgetragen. Es zeigte sich, daß von etwa 5000 V/cm an abwärts sowohl bei H_β als auch bei H_γ ein stärkerer als linearer Abfall der Aufspaltung mit der Feldstärke vorliegt, und daß bei etwa 2000 V/cm die Aufspaltung im Rahmen der Meßgenauigkeit verschwindet. Bei höheren Feldstärken wurde, wie zu erwarten, Linearität der Aufspaltung beobachtet. Sämtliche gemessenen Feldstärken bewegen sich im Gebiet weit oberhalb der Feinstrukturaufspaltung, die etwa einem Feld von 1000 V/cm entspricht. Für das Feinstrukturgebiet, das natürlich nicht mit erfaßt wurde, gibt *Schlapp*⁸⁾ auf Grund der *Dirac*-Theorie wieder eine lineare Aufspaltung an.

⁷⁾ *L. Kässner*, Z. Physik. 81, 346 [1933].

⁸⁾ *R. Schlapp*, Proc. Roy. Soc. 19, 313 [1928].

Während also die Linearität des *Stark-Effektes* im Bereich oberhalb von 5000 V/cm gesichert ist und nach den Rechnungen von *Schlapp* bei sehr kleinen Feldern wieder lineare Aufspaltung vorliegt, existiert ein Zwischengebiet von etwa 2000 V/cm bis 5000 V/cm, in dem die Aufspaltung nicht linear ist. In diesem Übergangsgebiet, das anscheinend ein elektrisches Analogon zum anomalen *Zeeman-Effekt* darstellt, treten wahrscheinlich Termverschiebungen und Intensitätsänderungen der Komponenten auf, die zusammen die beobachtete Abweichung vom linearen *Stark-Effekt* bewirken.

P. JORDAN, Hamburg: *Einige Fragen der Kosmologie.*

Englische Verfasser sind neuerdings zu kosmologischen Vorstellungen gekommen, die mit der vom Vortr. entwickelten Kosmologie in folgendem wesentlichen Punkte übereinstimmen: Es wird eine mit dem Alter des Kosmos wachsende Gesamtmasse im Weltall angenommen. *Hoyle* hat diese These eingehend begründet unter Bezugnahme auf die irreversible, laufende Umwandlung von H in He; diese schließt stationäre und periodische Modelle des Universums aus.

Jedoch nimmt *Hoyle* an, daß die Neuerzeugung von Materie (unter Verletzung des Energiesatzes) als gleichmäßige H-Erzeugung im gesamten kosmischen Raum vor sich geht, während der Vortr. die Vorstellung einer (mit dem Energieprinzip zu vereinbarenden) explosiven Neuentstehung ganzer Sterne ausgebildet hat. Im Hinblick hierauf scheint die Tatsache wichtig, daß man nach den Ergebnissen von *Wurm* heute wohl mit großer Bestimmtheit behaupten kann, daß die planetarischen Nebel ehemalige Supernovae I sind. Da ihre Zentralsterne heute noch Temperaturen bis 200 000° (*Wurm*) oder sogar 500 000° (*Minkowski*) zeigen, kann die Temperatur einer explodierenden Supernova I nicht weniger als großenteilsmäßig 10° Grad betragen. Nach alten Rechnungen von *Baade* und *Zwicky* würde dann bei schwarzer Strahlung die UV-Strahlung die sichtbare um mehrere Zehnerpotenzen übersteigen, so daß die Gesamtmission energetisch etwa der Sonnenmasse entsprechen würde. Trotz möglicher Zweifel betreffe der Voraussetzung annähernd schwarzer Strahlung wird die Gesamtmission jedenfalls so groß, daß verschiedene in der Literatur erörterte Deutungsversuche des Supernovae-Phänomens bestimmt ausscheiden. Ob die Deutung als Neubildung eines Sternes beweisbar ist, bleibt damit freilich noch unentschieden.

A. UNSÖLD, Kiel: *Über den Ursprung der Radiofrequenzstrahlung und der Ultrastrahlung in der Milchstraße.*

Die Radiofrequenzstrahlung der Sonne besteht aus einem stets vorhandenen „ruhigen“ und einem rasch veränderlichen „gestörten“ Anteil. Ersterer entsteht als thermische Strahlung durch frei-Übergänge in der Korona und der Chromosphäre. Der zweite Anteil nichtthermischen Ursprungs hängt mit der Aktivität der Sonne zusammen. Sein Entstehungsmechanismus (Plasmawirkungen?) ist noch nicht genau bekannt.

Die Radiofrequenzstrahlung der Milchstraße kann heute nicht mehr als thermische Strahlung des interstellaren Gases gedeutet werden, sie erweist sich vielmehr als wesensgleich der „gestörten“ Sonnenstrahlung.

Auf den Sternen muß das Verhältnis von Radiofrequenzemission (64 MHz) zu visueller Strahlung durchschnittlich 2×10^6 mal größer sein als auf der Sonne. Beobachtungen an Sonneneruptionen und energetische Abschätzungen lassen ein solches Verhältnis keineswegs unplatziert erscheinen. Welche Sterne den Hauptteil der Radiofrequenzemission geben, steht noch nicht ganz fest. Wahrscheinlich nicht die absolut hellen O und B-Sterne, sondern vorwiegend Mitglieder der *Baadeschen Population II*.

Die Ultrastrahlung der Sonne entsteht im Anschluß an große Eruptionen durch magnetische Induktion. Herumspritzendes Protuberanzmaterial spielt dabei eine wesentliche Rolle.

Die allgemeine Ultrastrahlung wird nun mit der durch die Radiofrequenzstrahlung erwiesenen ungeheuren „Aktivität“ der Sterne unseres Milchstraßensystems in Verbindung gebracht. Das gemessene Verhältnis der Intensitäten von Ultrastrahlung zu Radiofrequenzstrahlung ist für die Milchstraße nur 50–140 mal größer als für die Sonnen. Dieser restliche Faktor dürfte zum größten Teil von der „Aufspaltung“ der Bahnen der Ultrastrahlungsteilchen durch ein galaktisches Magnetfeld herrühren. Teilchen mit Energien bis 10^{15} eV werden Sternen mit einer im Vergleich zur Sonne gewaltig gesteigerten „Aktivität“ zugeschrieben.

E. BAGGE und **K. FINCKE**, Hamburg: *Bremsung und Diffusion der Höhenstrahlungsneutronen in der Atmosphäre.*

Messungen der Neutronenintensität in der Atmosphäre weisen darauf hin, daß das Dichtemaximum dieser Teilchen in etwa 20 km und damit erheblich über der bisher im Rahmen der Neutronendiffusionstheorie abgeschätzten Höhe liegt.

Es wurden deshalb die theoretisch zu erwartenden Neutronenintensitäten nach einem neuen Rechenverfahren ermittelt, das die Neutronen ihrer Energie entsprechend in Generationen einteilt. Für jede dieser Generationen wird eine Diffusionsgleichung aufgestellt, aus der die Teilchen nach Ausweis eines scheinbaren Absorptionskoeffizienten von der vorhergehenden, energiereicheren in die folgende befördert werden. Die Neutronen stammen aus Kernreaktionen der Höhenstrahlen in der Atmosphäre. Nach ihrer Erzeugung werden sie 1. durch Stöße abgebremst, 2. in einigen Resonanzstellen über 0,6 meV sowie im 1/v-Gebiet des Stickstoffs absorbiert. Da die Stoßzahl der Neutronen pro Zeiteinheit im inhomogenen Medium der Atmosphäre mit der barometrischen Höhenformel abnimmt, wächst ihre Verweilzeit in vorgegebenem Energieintervall demgemäß an. Dies zieht eine Anhäufung dieser Partikel in Gebieten geringer Luftdichte nach sich. Die Rechnung zeigt, wie sich hierdurch das Intensitätsmaximum der Neutronen auf 19–21 km Höhe verschiebt, obwohl das Maximum der

Erzeugungsfunktion schneller Neutronen in tieferen Schichten (12–15 km) liegt. Das durch den Brems- und Absorptionsprozeß sich einstellende Energiespektrum ist in wesentlichen unabhängig von der Höhe und kann zwischen $E = 10$ eV und dem thermischen Gebiet angenähert durch $dE/E^1.29$ dargestellt werden. Es steigt damit nach kleinen Energien hin langsamer an als der Fermischen Verteilung entspricht; dies läßt der Absorptionsprozeß gerade erwarten.

Die berechneten Neutronenintensitäten hinter einem Absorber (B_4C und CD) sind mit den beobachteten im Einklang.

L. BIERMANN, Göttingen: *Turbulenz in der Sonnenatmosphäre.*

In den höheren Schichten der Sonnenatmosphäre wird mit verschiedenen Methoden ein Bewegungszustand beobachtet, der die wesentlichen Kennzeichen der Turbulenz zeigt. Diese Turbulenz, bei der die Geschwindigkeit der Elemente überthermisch ist, ermöglicht eine Deutung des beobachteten geringen Dichteabfalls nach außen hin. Die Hauptschwierigkeit in der theoretischen Erklärung des beschriebenen Bewegungszustandes liegt in der sehr stabilen Schichtung dieser Teile der Sonnenatmosphäre. Es wird eine Hypothese diskutiert, welche die Turbulenz dieser Schichten auf die der Wasserstoff-Instabilitätszone zurückführt, welche dicht unterhalb der Photosphäre (der bei direkter visueller Beobachtung sichtbaren Schicht der Sonnenatmosphäre) liegt. Die ständigen Druckstörungen in der Wasserstoff-Zone erzeugen (durch ihre Anteile relativ hoher Frequenz) Druckwellen, welche außen in Stoßwellen übergehen. Auf diese Art werden erhebliche Beträge kinetischer Energie in hohe Schichten gebracht und erst dort dissipiert. [VB 115]

7. Kolloquium für Elektrochemie und Korrosionsforschung Technische Universität Berlin

am 27. Mai 1949

JOH. RZYMKOWSKI und **JOS. REITSTÖTTER**, Berlin-Dahlem (vorgebr. von *J. Reitstötter*): *Redoxsysteme als Korrosionsschutzmittel für Metalle gegen Angriffe von Wasser-in-Öl-Emulsionen.*

Hochzerteilte Wasser-in-Öl-Emulsionen werden durch Zusätze üblicher korrosionsmindernder Inhibitoren, wie z. B. die sonst bewährten Chromate, leicht zerstört, weil sie etwaige Schutzkolloide oder Emulgatoren verändern und die Dispersität vergrößern. Solche Schwierigkeiten kann man durch Anwendung organischer Adsorptions-Systeme von so edlem Redoxpotential vermeiden, daß eine Passivierung der zu schützenden Metalloberfläche gelingt. Bei den Untersuchungen der Verf. hat sich namentlich Diphenyliamin gut bewährt. Chinone ergeben hingegen kein genügend reversibles Redoxsystem, weil sie durch dissozierte Schutzkolloide disproportioniert werden.

Das neue Prinzip der Verwendung organischer Redoxsysteme erscheint überall dort verwendbar, wo sich die Anwendung anorganischer, schwermetall-täglicher Verbindungen aus dem einen oder anderen Grunde verbietet. Beispiele: Kühlsole in der Lebensmitteltechnologie, Herstellung von Konserven, Herstellung und Lagerung von Lacken oder sonstigen Emulsionen, die auf der Grundlage wässriger Dispersionen aufgebaut sind.

Aussprache:

W. Toelde, Berlin: Besteht die Möglichkeit, Korrosionsschutzmittel der geschilderten Art zum Innenlack von Konservendosen oder als Zugabe zum Füllgut zu verwenden? *Vortr.*: Ja, selbst Ascorbinsäure, ein natürliches Vitamin, wirkt in dieser Richtung. **W. Toelde**: Wieviel Wasser enthalten die erwähnten Treibstoff-Emulsionen? *Vortr.*: Etwa 30%. **W. Wiederholt**, Berlin: Ab 1940 sind in der Chemisch-Technischen Reichsanstalt Versuche zur Verhinderung der Korrosion durch Treibstoffe bei Lagerung und Transport angestellt worden. Durch Zusatz geringer Mengen von Aminen konnte die Korrosion von Treibstoff-Wasser-Gemischen bei Versuchsdauern von über 9 Monaten verhindert werden. Die zugefügten Mengen waren sehr gering. Wenn sie im Treibstoff unlöslich waren, würden sie als alkoholische Lösungen zugesetzt. **F. Tödt**, Berlin: Die vom Vortr. angegebene Korrosionsschutzwirkung, welche die Emulsionen bereits ohne Zusatz von Redoxsystemen ausüben, wäre bei weiteren Untersuchungen von der durch die Redoxsysteme ausgeübten Schutzwirkung abzugrenzen. **L. W. Haase**, Berlin: Korrosionsversuche mit Öl-in-Wasseremulsionen haben ergeben, daß selbst neutrale und schwach alkalische Emulsionen starke Korrosionsneigung zeigen, besonders, wenn die Emulsion im Zustand der Gerinnung oder auch am Anfang dieses Gerinnungsprozesses steht. Solche Gerinnung kann durch Frost ebenso wie durch Elektrolyte bewirkt werden. Der Zusatz von Aminen und Estern aromatischer Kohlenwasserstoffe hemmt die Gerinnung und somit auch die Korrosion, die nach hier durchgeführten Versuchen allein auf das Wasser zurückgeführt werden muß, das sich mehr oder weniger frei in der Emulsion befindet. Solange das Wasser mit einem Ölfilm überzogen und von anderen Wasserteilchen getrennt ist, findet keine Korrosion statt. Im Gegensatz zu den zuvor erwähnten Öl-in-Wasseremulsionen findet bei Wasser-in-Ölemulsionen keine Korrosion durch Wasser statt, wohl aber durch die Öle selbst oder deren Zersetzung- bzw. Oxydationsprodukte. **H. Fischer**, Berlin: In welcher Konzentration sind die Redoxsysteme wirksam? *Vortr.*: Sie wirkten bereits deutlich bei $1/100$ Mol/l.

W. WACHS, Berlin-Dahlem: Welche Möglichkeiten bieten redox-elektrometrische Messungen zur Bestimmung antioxydierender Eigenschaften organischer Verbindungen.

Fettantioxydantien vermögen die Autoxydation natürlicher Fette und Öle sowie deren leicht oxydable Begleitstoffe wie Vitamin A und Carotin stark zu hemmen. Es wurde geprüft, ob man potentiometrische Messungen zur Bestimmung der antioxydierenden Aktivität heranziehen kann. Da vornehmlich solche organischen Verbindungen antioxydierend wirken, die Wasserstoff-Donatoren sind, und da sie während ihrer Schutzwirkung selbst oxydiert werden, lag der Gedanke nahe, Redoxpotential und Verbrauch an Oxydationsmittel bei der potentiometrischen Titration chemisch reiner Antioxydantien mit ihrer antioxydierenden Aktivität in Beziehung zu setzen.

Die Messungen wurden an reinen Tocopherolen durchgeführt, die durch Molekulardestillation aus natürlichen Ölen gewonnen wurden. Die Tocopherole (α , β , γ und δ) sind Methyl-Derivate einer Oxychroman-